



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 197 43 906 A 1

⑯ Int. Cl.⁶:
B 60 K 1/00
H 02 K 7/102
H 02 K 7/116
H 02 K 19/06
H 02 K 21/02

⑯ Anmelder:
Voith Turbo GmbH & Co. KG, 89522 Heidenheim,
DE

⑯ Vertreter:
Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

⑯ Erfinder:
Mühlberger, Uwe, 89522 Heidenheim, DE

⑯ Entgegenhaltungen:
DE 41 11 627 C2
DE 41 10 638 C2
DE 42 23 633 A1
DE 38 26 933 A1

DE 197 43 906 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Radantriebsvorrichtung

⑯ Die Erfindung betrifft eine Radantriebsvorrichtung mit einer elektrischen Antriebsmaschine, umfassend wenigstens einem Rotor und einen Stator; der Rotor steht mit der Radnabe wenigstens mittelbar in Triebverbindung; die elektrische Antriebsmaschine ist wenigstens teilweise innerhalb eines Bereiches, welcher durch die axiale Erstreckung der Radfelge beschrieben wird, angeordnet. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
ein den Stator tragendes Bauelement bildet die Radachse; die Radnabe stützt sich über eine Radlagerung, umfassend eine innere Lagereinheit und eine äußere Lagereinheit, ab;
der Rotor und bei Vorsehen einer mechanischen Drehzahl/Drehmomentenwandlungseinrichtung ist diese in axialer Richtung betrachtet zwischen der inneren Lagereinheit und der äußeren Lagereinheit zur Abstützung der Radnabe auf der Radachse angeordnet. Vorzugsweise wird das Schmiermittel der mechanischen Drehzahl/Drehmomentenwandlungseinrichtung gleichzeitig zur Kühlung der elektrischen Antriebsmaschine genutzt.

DE 197 43 906 A 1

DE 197 43 906 A 1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Radantriebsvorrichtung, insbesondere einen Einzelradantrieb, im einzelnen mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Radantriebsvorrichtungen, insbesondere Einzelradantriebe, sind aus einer Vielzahl von Druckschriften bekannt, beispielsweise DE 195 27 951 A1.

Die Druckschrift DE 195 27 951 A1 offenbart einen Antrieb über die Radnabe mittels einer Antriebsmaschine in Form eines Elektromotors, insbesondere einer Transversalflussmaschine, welche achsversetzt zur Radnabenachse angeordnet ist und deren Abtriebswelle mittels eines Ritzels mit einem innenverzahnten Hohrrad knnmt. Das Ritzel ist zu diesem Zweck drehfest mit der Abtriebswelle der Antriebsmaschine koppelbar, wärend das Hohrrad wenigstens mittelbar drehfest mit der Radachse bzw. der Radnabenachse verbindbar ist. Vorzugsweise sind dabei sowohl das Ritzel mit der Abtriebswelle als auch das Hohrrad mit der Rad- bzw. Radnabenachse drehfest verbunden. Die Drehmomente 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420 422 424 426 428 430 432 434 436 438 440 442 444 446 448 450 452 454 456 458 460 462 464 466 468 470 472 474 476 478 480 482 484 486 488 490 492 494 496 498 500 502 504 506 508 510 512 514 516 518 520 522 524 526 528 530 532 534 536 538 540 542 544 546 548 550 552 554 556 558 560 562 564 566 568 570 572 574 576 578 580 582 584 586 588 590 592 594 596 598 600 602 604 606 608 610 612 614 616 618 620 622 624 626 628 630 632 634 636 638 640 642 644 646 648 650 652 654 656 658 660 662 664 666 668 670 672 674 676 678 680 682 684 686 688 690 692 694 696 698 700 702 704 706 708 710 712 714 716 718 720 722 724 726 728 730 732 734 736 738 740 742 744 746 748 750 752 754 756 758 760 762 764 766 768 770 772 774 776 778 780 782 784 786 788 790 792 794 796 798 800 802 804 806 808 810 812 814 816 818 820 822 824 826 828 830 832 834 836 838 840 842 844 846 848 850 852 854 856 858 860 862 864 866 868 870 872 874 876 878 880 882 884 886 888 890 892 894 896 898 900 899 901 903 905 907 909 911 913 915 917 919 921 923 925 927 929 931 933 935 937 939 941 943 945 947 949 951 953 955 957 959 961 963 965 967 969 971 973 975 977 979 981 983 985 987 989 991 993 995 997 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1197 1198 1199 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1278 1279 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1297 1298 1299 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1378 1379 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1388 1389 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1396 1397 1397 1398 1399 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1408 1409 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1416 1417 1417 1418 1419 1419 1420 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1426 1427 1427 1428 1429 1429 1430 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1436 1437 1437 1438 1439 1439 1440 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1445 1446 1446 1447 1448 1448 1449 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1454 1455 1455 1456 1457 1457 1458 1458 1459 1459 1460 1461 1461 1462 1462 1463 1464 1464 1465 1465 1466 1466 1467 1467 1468 1468 1469 1469 1470 1470 1471 1471 1472 1472 1473 1473 1474 1474 1475 1475 1476 1476 1477 1477 1478 1478 1479 1479 1480 1480 1481 1481 1482 1482 1483 1483 1484 1484 1485 1485 1486 1486 1487 1487 1488 1488 1489 1489 1490 1490 1491 1491 1492 1492 1493 1493 1494 1494 1495 1495 1496 1496 1497 1497 1498 1498 1499 1499 1500 1500 1501 1501 1502 1502 1503 1503 1504 1504 1505 1505 1506 1506 1507 1507 1508 1508 1509 1509 1510 1510 1511 1511 1512 1512 1513 1513 1514 1514 1515 1515 1516 1516 1517 1517 1518 1518 1519 1519 1520 1520 1521 1521 1522 1522 1523 1523 1524 1524 1525 1525 1526 1526 1527 1527 1528 1528 1529 1529 1530 1530 1531 1531 1532 1532 1533 1533 1534 1534 1535 1535 1536 1536 1537 1537 1538 1538 1539 1539 1540 1540 1541 1541 1542 1542 1543 1543 1544 1544 1545 1545 1546 1546 1547 1547 1548 1548 1549 1549 1550 1550 1551 1551 1552 1552 1553 1553 1554 1554 1555 1555 1556 1556 1557 1557 1558 1558 1559 1559 1560 1560 1561 1561 1562 1562 1563 1563 1564 1564 1565 1565 1566 1566 1567 1567 1568 1568 1569 1569 1570 1570 1571 1571 1572 1572 1573 1573 1574 1574 1575 1575 1576 1576 1577 1577 1578 1578 1579 1579 1580 1580 1581 1581 1582 1582 1583 1583 1584 1584 1585 1585 1586 1586 1587 1587 1588 1588 1589 1589 1590 1590 1591 1591 1592 1592 1593 1593 1594 1594 1595 1595 1596 1596 1597 1597 1598 1598 1599 1599 1600 1600 1601 1601 1602 1602 1603 1603 1604 1604 1605 1605 1606 1606 1607 1607 1608 1608 1609 1609 1610 1610 1611 1611 1612 1612 1613 1613 1614 1614 1615 1615 1616 1616 1617 1617 1618 1618 1619 1619 1620 1620 1621 1621 1622 1622 1623 1623 1624 1624 1625 1625 1626 1626 1627 1627 1628 1628 1629 1629 1630 1630 1631 1631 1632 1632 1633 1633 1634 1634 1635 1635 1636 1636 1637 1637 1638 1638 1639 1639 1640 1640 1641 1641 1642 1642 1643 1643 1644 1644 1645 1645 1646 1646 1647 1647 1648 1648 1649 1649 1650 1650 1651 1651 1652 1652 1653 1653 1654 1654 1655 1655 1656 1656 1657 1657 1658 1658 1659 1659 1660 1660 1661 1661 1662 1662 1663 1663 1664 1664 1665 1665 1666 1666 1667 1667 1668 1668 1669 1669 1670 1670 1671 1671 1672 1672 1673 1673 1674 1674 1675 1675 1676 1676 1677 1677 1678 1678 1679 1679 1680 1680 1681 1681 1682 1682 1683 1683 1684 1684 1685 1685 1686 1686 1687 1687 1688 1688 1689 1689 1690 1690 1691 1691 1692 1692 1693 1693 1694 1694 1695 1695 1696 1696 1697 1697 1698 1698 1699 1699 1700 1700 1701 1701 1702 1702 1703 1703 1704 1704 1705 1705 1706 1706 1707 1707 1708 1708 1709 1709 1710 1710 1711 1711 1712 1712 1713 1713 1714 1714 1715 1715 1716 1716 1717 1717 1718 1718 1719 1719 1720 1720 1721 1721 1722 1722 1723 1723 1724 1724 1725 1725 1726 1726 1727 1727 1728 1728 1729 1729 1730 1730 1731 1731 1732 1732 1733 1733 1734 1734 1735 1735 1736 1736 1737 1737 1738 1738 1739 1739 1740 1740 1741 1741 1742 1742 1743 1743 1744 1744 1745 1745 1746 1746 1747 1747 1748 1748 1749 1749 1750 1750 1751 1751 1752 1752 1753 1753 1754 1754 1755 1755 1756 1756 1757 1757 1758 1758 1759 1759 1760 1760 1761 1761 1762 1762 1763 1763 1764 1764 1765 1765 1766 1766 1767 1767 1768 1768 1769 1769 1770 1770 1771 1771 1772 1772 1773 1773 1774 1774 1775 1775 1776 1776 1777 1777 1778 1778 1779 1779 1780 1780 1781 1781 1782 1782 1783 1783 1784 1784 1785 1785 1786 1786 1787 1787 1788 1788 1789 1789 1790 1790 1791 1791 1792 1792 1793 1793 1794 1794 1795 1795 1796 1796 1797 1797 1798 1798 1799 1799 1800 1800 1801 1801 1802 1802 1803 1803 1804 1804 1805 1805 1806 1806 1807 1807 1808 1808 1809 1809 1810 1810 1811 1811 1812 1812 1813 1813 1814 1814 1815 1815 1816 1816 1817 1817 1818 1818 1819 1819 1820 1820 1821 1821 1822 1822 1823 1823 1824 1824 1825 1825 1826 1826 1827 1827 1828 1828 1829 1829 1830 1830 1831 1831 1832 1832 1833 1833 1834 1834 1835 1835 1836 1836 1837 1837 1838 1838 1839 1839 1840 1840 1841 1841 1842 1842 1843 1843 1844 1844 1845 1845 1846 1846 1847 1847 1848 1848 1849 1849 1850 1850 1851 1851 1852 1852 1853 1853 1854 1854 1855 1855 1856 1856 1857 1857 1858 1858 1859 1859 1860 1860 1861 1861 1862 1862 1863 1863 1864 1864 1865 1865 1866 1866 1867 1867 1868 1868 1869 1869 1870 1870 1871 1871 1872 1872 1873 1873 1874 1874 1875 1875 1876 1876 1877 1877 1878 1878 1879 1879 1880 1880 1881 1881 1882 1882 1883 1883 1884 1884 1885 1885 1886 1886 1887 1887 1888 1888 1889 1889 1890 1890 1891 1891 1892 1892 1893 1893 1894 1894 1895 1895 1896 1896 1897 1897 1898 1898 1899 1899 1900 1900 1901 1901 1902 1902 1903 1903 1904 1904 1905 1905 1906 1906 1907 1907 1908 1908 1909 1909 1910 1910 1911 1911 1912 1912 1913 1913 1914 1914 1915 1915 1916 1916 1917 1917 1918 1918 1919 1919 1920 1920 1921 1921 1922 1922 1923 1923 1924 1924 1925 1925 1926 1926 1927 1927 1928 1928 1929 1929 1930 1930 1931 1931 1932 1932 1933 1933 1934 1934 1935 1935 1936 1936 1937 1937 1938 1938 1939 1939 1940 1940 1941 1941 1942 1942 1943 1943 1944 1944 1945 1945 1946 1946 1947 1947 1948 1948 1949 1949 1950 1950 1951 1951 1952 1952 1953 1953 1954 1954 1955 1955 1956 1956 1957 1957 1958 1958 1959 1959 1960 1960 1961 1961 1962 1962 1963 1963 1964 1964 1965 1965 1966 1966 1967 1967 1968 1968 1969 1969 1970 1970 1971 1971 1972 1972 1973 1973 1974 1974 1975 1975 1976 1976 1977 1977 1978 1978 1979 1979 1980 1980 1981 1981 1982 1982 1983 1983 1984 1984 1985 1985 1986 1986 1987 1987 1988 1988 1989 1989 1990 1990 1991 1991 1992 1992 1993 1993 1994 1994 1995 1995 1996 1996 1997 1997 1998 1998 1999 1999 1999 1999 2000 2000 2001 2001 2002 2002 2003 2003 2004 2004 2005 2005 2006 2006 2007 2007 2008 2008 2009 2009 2010 2010 2011 2011 2012 2012 2013 2013 2014 2014 2015 2015 2016 2016 2017 2017 2018 2018 2019 2019 2020 2020 2021 2021 2022 2022 2023 2023 2024 2024 2025 2025 2026 2026 2027 2027 2028 2028 2029 2029 2030 2030 2031 2031 2032 2032 2033 2033 2034 2034 2035 2035 2036 2036 2037 2037 2038 2038 2039 2039 2040 2040 2041 2041 2042 2042 2043 2043 2044 2044 2045 2045 2046 2046 2047 2047 2048 2048 2049 2049 2050 2050 2051 2051 2052 2052 2053 2053 2054 2054 2055 2055 2056 2056 2057 2057 2058 2058 2059 2059 2060 2060 2061 2061 2062 2062 2063 2063 2064 2064 2065 2065 2066 2066 2067 2067 2068 2068 2069 2069 2070 2070 2071 2071 2072 2072 2073 2073 2074 2074 2075 2075 2076 2076 2077 2077 2078 2078 2079 2079 2080 2080 2081 2081 2082 2082 2083 2083 2084 2084 2085 2085 2086 2086 2087 2087 2088 2088 2089 2089 2090 2090 2091 2091 2092 2092 2093 2093 2094 2094 2095 2095 2096 2096 2097 2097 2098 2098 2099 2099 2099 2099 2100 2100 2101 2101 2102 2102 2103 2103 2104 2104 2105 2105 2106 2106 2107 2107 2108 2108 2109 2109 2110 2110 2111 2111 2112 2112 2113 2113 2114 2114 2115 2115 2116 2116 2117 2117 2118 2118 2119 2119 2120 2120 2121 2121 2122 2122 2123 2123 2124 2124 2125 2125 2126 2126 2127 2127 2128 2128 2129 2129 2130 2130 2131 2131 2132 2132 2133 2

DE 197 43 906 A 1

3

4

Radkörper, welcher vorzugsweise als Radscheibe ausgeführt wird, verbindbar sind. Die Radnabe ist dabei derart ausgebildet, daß diese ebenfalls vorzugsweise im wesentlichen über den gesamten Umfangsbereich die Radachse bzw. die elektrische Antriebsmaschine und die mechanische Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung umschließt.

Die elektrische Antriebsmaschine, ist vorzugsweise als Transversalflussmaschine, d. h. als Wechselstrommaschine, welche auf dem Grundprinzip der Wanderfelderzeugung basiert, ausgebildet und, kann vielgestaltig ausgeführt sein. Vorzugsweise weist diese jedoch einen im wesentlichen symmetrischen Aufbau auf. Die Transversalflussmaschine kann dabei entsprechend den Ausführungen, beschrieben in den folgenden Druckschriften:

3. DE 35 36 538 A1
4. DE 37 05 089 C1
5. DE 39 04 516 C1
6. DE 41 25 779 C1

ausgebildet werden. Der Offenbarungsgehalt bezüglich der Ausgestaltung und Arbeitsweise von elektrischen Maschinen, insbesondere Wechselstrommaschinen entsprechend den genannten Druckschriften 3 bis 6, wird hiermit voll umfänglich in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung mit einbezogen. Die in diesen Druckschriften beschriebenen elektrischen Antriebsmaschinen umfassen wenigstens einen Stator mit wenigstens einer Ankerwicklung und einem der Ankerwicklung gegenüberliegenden Rotor. Der Rotor besteht dabei aus wenigstens zwei nebeneinander angeordneten, durch eine Zwischenlage aus magnetisch und elektrisch nicht leitendem Material getrennten Ringelementen, die in Umfangsrichtung eine Vielzahl von wechselweise angeordneten polarisierten Magneten und Weicheisenelementen aufweisen. Eine derartige Anordnung zweier Ringelemente bildet eine Polstruktur. Bei einer symmetrisch gestalteten Transversalflussmaschine ist jeweils eine Polstruktur zu beiden Seiten an einer zentralen Trägerscheibe angeordnet. Vorzugsweise ist der Stator derart ausgebildet, daß dieser einen Außen- und einen Innenstator umfaßt, d. h. daß der Rotor in radialer Richtung betrachtet zwischen dem Außenstator und dem Innenstator rotiert. Denkbar ist jedoch auch der Einsatz von Ausführungen mit nur einem Innenstator oder einem Außenstator.

Bei Ausgestaltung der Antriebsvorrichtung mit Integration der elektrischen Antriebsmaschine und der mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung zwischen den Radlagern ist vorzugsweise die elektrische Antriebsmaschine nicht gegenüber der mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung abgedichtet. In diesem Fall kann auf einfache Weise das dem mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandler zugeführte Schmiermittel gleichzeitig zum Wärmetransport und damit zur Kühlung des Rotors der elektrischen Antriebsmaschine, insbesondere der Transversalflussmaschine genutzt werden. Dabei wird der mechanische Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung eine Schmiermittelmenge zugeführt, welche eine Teilbefüllung der elektrischen Maschine zuläßt. Die nicht direkt kühlbaren Bereiche des Rotors der elektrischen Maschine werden dann mittels eines aufgrund von Zerstäubung entstehenden Schmiermittel-Luftgemisches gekühlt. Dazu ist es jedoch erforderlich, daß sich in Einbaulage unterhalb der Rotorachse im radial äußeren Bereich des Rotors ein Schmiermittelsumpf ausbildet. Vorzugsweise sollte sich zu mindest im radial äußeren, auch als Luftspalt bezeichneten Zwischenraum in Einbaulage zwischen Rotor und Stator oder zwischen Rotor und statortragendem Element betrach-

tet, unterhalb der Rotorachse im mathematischen Sinn ein Schmiermittel- bzw. Kühlmittelsumpf ausbilden. Im Betrieb der Wechselstrommaschine, insbesondere des Rotors, wird das Schmiermittel, welches für den Rotor der elektrischen Maschine als Kühlmittel fungiert, durch die Rotorrotation mitgerissen und aufgrund der dadurch auf das Schmier- bzw. Kühlmittel wirkenden Kräfte zerstäubt. Es entsteht im wesentlichen in Abhängigkeit von der Drehzahl der Rotorwelle und des Füllungsstandes ein Kühl-Schmiermittel-Luftgemisch im Luftspalt zwischen Rotor und Stator bzw. statortragendem Element. Diese übernimmt dann durch Wärmeträumung und Wärmeübergang den Wärmetransport vom Rotor zum beispielsweise wassergekühlten Stator bzw. dem wassergekühlten statortragenden Element. Das Kühlmittel-Luftgemisch übernimmt nur den Wärmetransport, weshalb keine zusätzlichen Einrichtungen zur Kühlung des Kühlmittels vorgesehen werden müssen. Vorzugsweise wird dabei ein Schmiermittel bzw. Kühlmittel mit geringer Viskosität, d. h. mit einer geringen inneren Reibung infolge von Kraftwirkungen zwischen den Molekülen verwendet. Vorzugsweise wird zur Erzielung des Kühlleffektes die Schmiermittelmenge derart gewählt, daß im Nichtbetrieb der Wechselstrommaschine sich ein Schmiermittel- bzw. Kühlmittelspiegel in einer Höhe einstellt, welcher im Bereich des bzw. der bezogen auf die Rotorachse radial innenliegenden Zwischenräume zwischen Rotor und Stator liegt. Eine Befüllung mit einem höheren Schmier- bzw. Kühlmittelspiegel ist ebenfalls denkbar.

Die genannte Möglichkeit der Ölnebelkühlung kann auch als Maßnahme zur zusätzlichen Kühlung in Kombination mit herkömmlichen Kühlmaßnahmen bei jeder Art der verwendeten Wechselstrommaschinen eingesetzt werden. Die Auswahl der geeigneten Kombinationen aus Ölnebelkühlung mit herkömmlichen Kühlsystemen zur Statorkühlung liegt dabei im Ermessen des Fachmannes und richtet sich nach den konkreten Erfordernissen des Einsatzfalles. Die Kühlung des Stators selbst wiederum kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen, direkt oder indirekt mittels unterschiedlicher Kühlmedien. Im einfachsten Fall ist der Stator an entsprechende Kühlleinrichtungen angeschlossen oder im Statorgrundkörper sind mit Kühlmittel befüllbare Kühlkanäle vorgesehen.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Ölnebelkühlung des Rotors mit bereits bekannten Rotorkühlmaßnahmen, insbesondere zur lokalen Kühlung von Rotorabschnitten, zu kombinieren. Beispielsweise seien genannt:

- Vorschalten wenigstens eines Kühlkanals im Stator in der Nähe der Trägerscheibe, welcher von einem Kühlfluid durchströmbar ist, wobei der Kühlkanal von der Trägerscheibe nur durch eine Kanalabdeckung minimaler Dicke und dem Zwischenraum zwischen Rotor und Stator abgetrennt ist.
- Axialer Verlauf des Kühlkanals und Anordnung in einer Distanzscheibe, welche zwischen einem Paar von Statorabschnitten angeordnet ist. Die Distanzscheibe ist in radialer Richtung symmetrisch gegenüberliegend zur Trägerscheibe angeordnet und gegenüber den Statorabschnitten thermisch isoliert. Die Distanzscheibe besteht dabei vorzugsweise aus einem Material, welches magnetisch passiv ist und eine gute Wärmeleitfähigkeit besitzt. Diese weist auf beiden Seiten des Kühlkanals im wesentlichen radial verlaufende breitflächige Hohlräume auf, welche eine thermische Isolierung gegenüber den benachbarten Bereichen des Stators bilden. Die Hohlräume wiederum können mit Luft oder anderen Isolationsmaterialien gefüllt sein.
- Anordnung des Kühlkanals im Statorgrundkörper

DE 197 43 906 A 1

5

6

bzw. im statortragenden Element.

- Vorsehen von zueinander komplementären Verzahnungen der einander gegenüberliegenden Bereiche von Trägerscheibe und des Stators im Bereich der Kühlkanäle, welche im wesentlichen parallel zueinander verlaufende Flächen aufweisen und durch einen Luftspalt voneinander getrennt sind.

- Aufbau des Rotors derart, daß die ringförmigen Anordnungen aus wechselweise magnetisierbaren Magneten und Weicheiselementen durch einen Isolierung aus magnetisch passivem und elektrisch nicht leitendem Material verbunden sind. In diesen Isolierring sind in Umfangsrichtung Speicherzellen eingearbeitet, welche mit Phasenübergangsmaterial gefüllt sind, dessen Schmelzpunkt unterhalb einer vorgegebenen Temperatur liegt.

Bezüglich weiterer möglicher denkbarer Maßnahmen wird zusätzlich auf die Druckschrift DE 43 35 848 A1 verwiesen, deren Offenbarungsgehalt für mögliche Kombinationen der mittels dem Schnierrmittel der mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung realisierten Ölnebelkühlung mit bekannten Kühlanordnungen voll umfänglich in diese Anmeldung mit einzogen werden soll.

Die Ausführung der Radantriebsvorrichtung in oben beschriebener Weise mit zusätzlicher Ölnebelkühlung ermöglicht die Gestaltung eines sehr kompakten Einzelradantriebes mit einfacher Realisierung zusätzlicher Bremsfunktionen bei hoher Leistungsdichte und gleichzeitig geringem konstruktivem Aufwand. Die Anordnung der elektrischen Antriebsmaschine und des mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlers zwischen der Radlagerung bietet die Möglichkeit der Bereitstellung von Bauraum für seriennähere Bremseinrichtungen, insbesondere Scheibenbremseinrichtungen, welche keinerlei Einfluß auf die Auslegung der elektrischen Antriebsmaschine und des mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlers haben.

Die erfundengemäße Lösung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

Fig. 1 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung den Grundaufbau und das Grundprinzip einer erfundengemäßen Ausführung einer Antriebsvorrichtung;

Fig. 2 verdeutlicht beispielhaft eine bevorzugte Ausführung einer erfundengemäß gestalteten Radantriebsvorrichtung für den Einsatz als Einzelradantrieb.

Die Fig. 1 verdeutlicht anhand einer schematisch stark vereinfachten Darstellung den Aufbau und das Grundprinzip einer erfundengemäß ausgeführten Radantriebsvorrichtung 1, welche als Einzelradantrieb ausgeführt ist. Die Radantriebsvorrichtung 1 umfaßt eine elektrische Antriebsmaschine 2 mit wenigstens einem Rotor 3 und einem Stator 4. Die elektrische Antriebsmaschine 2 ist vorzugsweise als Transversalflüßmaschine ausgeführt, d. h. als auf dem Grundprinzip der Wanderfelderzeugung basierende elektrische Maschine. Zur Realisierung des Einzelradantriebes ist die elektrische Antriebsmaschine 2 dem Rad 5 zugeordnet. Dieses weist eine Felge 6, einen Radkörper 7 sowie eine Radnabe 8 auf. Die Felge 6 ist über den Radkörper 7 mit der Radnabe 8 verbunden. Die Ausführung der elektrischen Antriebsmaschine 2, insbesondere der Transversalflüßmaschine kann verschiedenartig erfolgen. Vorzugsweise weist diese einen symmetrischen Aufbau auf. Die elektrische Antriebsmaschine 2 umfaßt in diesem Fall eine zentrale Trägerscheibe 9 sowie dieser beidseitig zugeordnete Polstrukturen 10 bzw. 11 auf. Die einzelnen Polstrukturen 10 bzw. 11 umfassen dabei jeweils wenigstens zwei Ringe aus wechselse-

weise in Umfangsrichtung hintereinander angeordneten Magnetanordnungen und Weicheiselementen, welche über einen Ring aus elektrisch nicht gleitfähigem Material miteinander verbunden sind.

Der dem Rotor 3 zugeordnete Stator 4 umfaßt wenigstens einen Außenstator 14, welcher ein erstes, hier im Einzelnen nicht dargestelltes Außenstatorelement 14a und ein zweites, hier ebenfalls im Einzelnen nicht dargestelltes Außenstator-element 14b aufweist, die den Polstrukturen 10 bzw. 11 zuordnet sind. Die Statorelemente weisen einen U-förmigen Querschnitt auf, welche eine Ankerwicklung umschließen.

In der Fig. 2 ist demgegenüber eine Ausführung beschrieben, bei welcher der dem Rotor 3 zugeordnete Stator 4 wenigstens jeweils einen Innenstator 13 und einen Außenstator 14 umfaßt. Der Innenstator 13 umfaßt in diesem Fall ebenfalls zwei Statorelemente, ein erstes Innenstatorelement 13a und ein zweites Statorinnenelement 13b, die jeweils den einzelnen Polstrukturen 10 bzw. 11 zugeordnet sind. In Analogie ist der Außenstator 14 in zwei Außenstatorelemente 14a, 14b unterteilt, die ebenfalls den einzelnen Polstrukturen 10 bzw. 11 zugeordnet sind. Zur Realisierung der Funktionsweise ist es erforderlich, daß der Stator 4 wenigstens einen Außenstator 14 umfaßt. Die einzelnen Statorelemente, die Innenstatorelemente 13a, 13b und die Außenstatorelemente 14a und 14b umfassen vorzugsweise eine Vielzahl von in Umfangsrichtung hintereinander in bestimmten Abständen zueinander angeordneten Schnittband kernen. Vorzugsweise sind diese Schnittbandkerne aus hintereinander angeordneten Blechelementen ausgeführt.

Der Rotor 3 der elektrischen Maschine 2 (in Fig. 1), insbesondere der Transversalflüßmaschine, steht wenigstens mittelbar mit der Radnabe 8 in Triebverbindung. Die Radnabe 8 wiederum ist mit dem Radkörper 7 drehfest verbunden und damit mit der Felge 6. Erfundengemäß ist vorgesehen, daß das den Stator 4 tragende Element, hier mit 15 bezeichnet, als Radachse AR ausgeführt ist. Die einzelnen Statorelemente, insbesondere die Außenstatorelemente 14a und 14b, können dabei mit dem statortragenden Element 15 eine bauliche Einheit dahingehend bilden, daß diese als ein Bauteil ausgeführt sind. Es ist jedoch auch denkbar, die bauliche Einheit durch Kopplung der einzelnen Statorelemente, insbesondere der Außenstatorelemente 14a bzw. 14b, mit dem statortragenden Element 15 zu realisieren.

Die Abstützung des Rades 5 über den Radkörper 7 und die Radnabe 8 erfolgt mittels entsprechender Lageranordnungen, hier einer ersten äußeren Lageranordnung 16 und einer zweiten inneren Lageranordnung 17. Über diese Lageranordnungen 16 bzw. 17 stützt sich die Radnabe 8 auf der Radachse AR in Form des statortragenden Bauelementes 15 ab. Erfundengemäß ist dazu weiter vorgesehen, daß wenigstens der Rotor 3 der elektrischen Antriebsmaschine 2 in axialer Richtung zwischen der äußeren Lageranordnung 16 und der inneren Lageranordnung 17 angeordnet ist.

Bei Inbetriebnahme der elektrischen Antriebsmaschine 2, insbesondere der Transversalflüßmaschine, wird die elektrische Leistung in mechanische umgewandelt und über den Rotor 3, welcher mit der Radnabe 8 in Triebverbindung steht, vorzugsweise drehfest mit dieser gekoppelt ist, auf das Rad übertragen. Die erfundengemäße Lösung ermöglicht eine sehr kompakte Gestaltung der Radantriebsvorrichtung 1, insbesondere eines Einzelradantriebes, welcher nahezu vollständig in axialer Richtung betrachtet in einem Bereich angeordnet ist, welcher durch die axiale Erstreckung der Felge des Rades 5 beschrieben wird. Diese Anordnung ermöglicht es, die Zugänglichkeit zu den verwendeten Radbremsen und deren Funktionstätigkeit zu gewährleisten, wobei die Radbremsen vorzugsweise als Scheibenbremseinrichtung 51 ausgebildet sind. Die Scheibenbremseinrichtung

DE 197 43 906 A 1

7

8

schließt sich in axialer Richtung an die Radantriebsvorrichtung 1 an, wobei die Scheibenbremseinrichtung 51 außerhalb der Radlagerung 17, 16 bzw. in einem axialen Bereich, bezogen auf die axiale Erstreckung des Fahrzeugs in einem Bereich, welcher durch die Anordnung der inneren Lagerung 17 und der Fahrzeugmittellachse beschrieben wird, angeordnet ist.

Die Fig. 1 verdeutlicht in lediglich stark vereinfachter und schematisierter Darstellung den Grundaufbau der erfindungsgemäß gestalteten Antriebsvorrichtung 1. In der Fig. 2 ist eine vorzugsweise verwendete Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ausführung dargestellt. Der Grundaufbau und das Grundprinzip entsprechen im wesentlichen den in der Fig. 1 beschriebenen. Für gleiche Elemente werden daher die gleichen Bezeichnungen verwendet.

Die Radantriebsvorrichtung 1.2 umfaßt auch hier eine elektrische Maschine 2.2, welche vorzugsweise in Form einer Transversalflußmaschine ausgeführt ist. Die elektrische Maschine 2 umfaßt einen Rotor 3 und einen Stator 4. Die elektrische Maschine 2, welche als Wechselstrommaschine, die nach dem Transversalflüßprinzip arbeitet, ausgeführt ist, kann verschiedenartig gestaltet sein. Denkbar sind beispielsweise Ausführungen, wie aus den Druckschriften

1. DE 35 36 538 A1
2. DE 37 05 089 C1
3. DE 39 04 516 C1
4. DE 41 25 779 C1

bekannt. Der Offenbarungsgehalt dieser Druckschriften wird hiermit voll umfänglich zugleich der Gestaltung einer Transversalflußmaschine in den Offenbarungsgehalt der Anmeldung mit einbezogen. Vorzugsweise weist die elektrische Antriebsmaschine 2, insbesondere die Transversalflußmaschine, einen im wesentlichen symmetrischen Aufbau auf. Der Rotor 3 wird dabei von einer Trägerscheibe 9 und beidseitig sich von der zentralen Trägerscheibe 9 in axialer Richtung erstreckenden Polstrukturen 10 und 11 gebildet. Jede Polstruktur 10 bzw. 11 besteht dabei aus wenigstens zwei nebeneinander angeordneten, durch eine Zwischenlage aus magnetisch und elektrisch nicht leitendem Material 20 bzw. 21 getrennten Ringelementen 22 bzw. 23 für die Polstruktur 10 und 24 bzw. 25 für die Polstruktur 11. Die Ringelemente weisen dazu in Umfangsrichtung eine Vielzahl von wechselweise angeordneten polarisierten Magneten 23a bzw. 22a und 24a bzw. 25a und Weicheisementelementen 23b, 22b, 24b und 25b auf. Denkbar ist jedoch eine Ausführung mit nur einer an einer zentralen Trägerscheibe 9 angeordneten Polstruktur 10. Der dem Rotor 3 zugeordnete Stator 4 umfaßt dann wenigstens einen Außenstator 14 oder einen Innenstator 13. Vorzugsweise sind ein weiterer Innenstator 13, welcher sich in radialer Richtung bis zu einem Durchmesser d_1 erstreckt, welcher kleiner ist als der Innendurchmesser d_1 des Rotors 3 bzw. ein weiterer Außenstator 14 vorgesehen. Im dargestellten Fall sind sowohl ein Außenstator 14 und ein Innenstator 13 vorgesehen. Dies entspricht ebenfalls einer bevorzugten Ausführung. Theoretisch ist es jedoch denkbar, daß lediglich nur ein Innen- oder ein Außenstator vorgesehen werden. Der Stator 4 ist mit einem statortragenden Element 15 derart verbunden, daß diese im Einbauzustand eine bauliche Einheit bilden. Das statortragende Element 15 ist dazu wenigstens über einen Teilbereich der Statorfläche insbesondere der Statoraußenfläche mit diesem verbunden. Es besteht dabei theoretisch auch die hier nicht dargestellte Möglichkeit, den Stator 4 und das statortragende Element 15 aus einem Bauteil herzustellen. Das statortragende Element 15 bzw. der mit diesem gekoppelte Stator 4 übernimmt die Funktion der Radachse, d. h. die Ab-

stützung der Momente. Auf diesem stützt sich das Rad 5, die Felge 6 über den Radkörper 7, welcher im dargestellten Fall als Radscheibe ausgeführt ist, und die Radnabe 8 ab. Vorzugsweise ist zur Untersetzung bzw. zur Übersetzung ins Langsame der elektrischen Antriebsmaschine 2 eine Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung in Leistungsübertragungsrichtung nachgeschaltet. Die Kopplung bzw. Realisierung der Triebverbindung zwischen dem Rotor 3 der elektrischen Antriebsmaschine 2 und der Radnabe 8 erfolgt über die mechanische Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung 26. Zu diesem Zweck ist der Rotor 3 der elektrischen Antriebsmaschine 2 drehfest mit einer Hohlwelle 27 gekoppelt, welche sich über ein Lager, vorzugsweise ein Nadellager 28, auf der Radnabe 8 abstützt und dem Eingang der mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung 26 gekoppelt ist. Die mechanische Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung 26 umfaßt vorzugsweise wenigstens einen Planetenradsatz 30. Dieser weist wenigstens ein Sonnenrad 26.1, ein Hohlrad 26.2, Planetenräder 26.3 und einen Steg 26.4 auf. Das Sonnenrad 26.1 ist dazu vorzugsweise in die Hohlwelle 27 eingearbeitet. Es besteht jedoch auch theoretisch die Möglichkeit, dieses als separates Bauteil drehfest mit der Hohlwelle 27 zu verbinden. Das Hohlrad 26.2 ist am statortragenden Bauteil 15 angeordnet. Vorzugsweise ist dieses in das statortragende Bauteil 15 bzw. bei Bestehen des statortragenden Bauteils 15 aus mehreren miteinander kraft- und/oder formschlüssig verbundenen Bauelementen, in eines von diesen eingearbeitet. Den Ausgang bzw. den Abtrieb des mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlers 26 bildet der Steg 26.4. Dieser ist drehfest mit einer sogenannten Antriebswelle 31 verbunden. Die Antriebswelle 31 bildet die Verbindungsstange zwischen dem Ausgang des mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlers, hier dem Steg 26.4, und der Radnabe 8. Diese ist ebenfalls drehfest mit der Antriebswelle 31 gekoppelt. Die drehfeste Verbindung wird dabei vorzugsweise jeweils mittels einer Keilwelleverbindung realisiert. Die Abstützung des Rotors 3 der elektrischen Antriebsmaschine 2, des mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlers 26 und der Radnabe 8 erfolgt auf dem statortragenden Bauelement 15 über die äußere Lageranordnung 16. Diese ist vorzugsweise als Schrägrillenlager ausgeführt. Die Abstützung des Rades 5 erfolgt des weiteren über die innere Lageranordnung 17 auf dem statortragenden Bauelement 15 bzw. 16 mit diesem gekoppelten Bauteil. Aus der Fig. 2 ist ersichtlich, daß die Anordnung der elektrischen Antriebsmaschine 2 sowie des mechanischen Drehmomenten-/Drehzahlwandlers 26 zwischen der Radlagerung, d. h. der Lager, über welche sich das Rad auf der Radachse, als welche hier das statortragende Bauelement 15 fungiert, ergibt. Im dargestellten Fall ist das statortragende Bauelement 15 aus mehreren Bauelementen, einem ersten Bauelement 32, einem zweiten Bauelement 33 sowie einem dritten Bauelement 34 und einem vierten Bauelement 35 zusammengefügt. Das erste Bauelement 32 trägt dabei im dargestellten Fall wenigstens jeweils einen Außenstator 14a und einen Innenstator 13a. Das zweite Bauelement 33 bildet die Lagerung bzw. die Verbindung zwischen dem Außenstator 14b und dem Innenstator 13b mit dem statortragenden Element 15. Beide Bauelemente sind vorzugsweise derart ausgeführt, daß diese die elektrische Antriebsmaschine 2 in radialer Richtung im wesentlichen glockenförmig umschließen. Das dritte Bauelement 34 trägt das Hohlrad 26.2 des mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlers 26. Das vierte Bauelement 35 dient der Lageraufnahme der inneren Lageranordnung 17. Aus Montagegründen sind die einzelnen Bauelemente lösbar miteinander verbunden, vorzugsweise mittels Schraubverbindungen 37, welche in Umfangsrich-

tung auf einem bestimmten Durchmesser d_1 des statortragenden Bauelementes 15 in bestimmten Abständen zueinander angeordnet sind. Die Radnabe 8 besteht ebenfalls aus einer Mehrzahl von einzelnen Elementen, im einzelnen einem ersten Bauelement 40, einem zweiten Bauelement 41 sowie einem dritten Bauelement 42. Das erste Bauelement 40 der Radnabe 8 bildet dabei den drehfest mit der Antriebswelle 31 gekoppelten Teil der Radnabe 8 sowie die Lagerfläche 43 zur Abstützung bzw. Fixierung der Lageranordnung 16 zur Abstützung der Radnabe 8 auf der Radachse, d. h. dem statortragenden Bauelement 15. Das zweite Bauelement der Radnabe 8, mit 41 bezeichnet, ist mit dem ersten Bauelement lösbar über Schraubverbindungen 44 gekoppelt und bildet in axialer Richtung zum Fahrzeuginneren hin gerichtet einen flanschförmigen Anschlag 45, welcher am Radkörper 7 zum Anliegen kommt.

Das dritte Bauelement 42 weist ebenfalls in radialer Richtung eine flanschartige Verdickung 47 auf, welche ebenfalls wenigstens mittelbar an der Radscheibe bzw. dem Radkörper 7 zum Anliegen kommt. Die Radnabe 8, welche aus wenigstens den drei genannten Elementen 40 bis 42 besteht, ist form- bzw. kraftschlüssig über die Schraubverbindungen 48 mit dem Radkörper 7 verbunden. Die Radnabe 8 bildet somit eine Art glockenförmiges Gehäuse, bestehend aus mehreren Bauteilen, welches in Umfangsrichtung den Achskörper, insbesondere das statortragende Bauelement, im wesentlichen innerhalb der Felge 6 umschließt. Das dritte Bauelement 42 der Radnabe 8 bildet dabei die Anschlagsfläche für die Lager der zweiten inneren Lageranordnung 17 hier dem Außenring des Lagers 17. Mit der Radnabe 8 drehfest verbunden ist die Brems scheibe 50 einer Scheibenbremseinrichtung 51. Diese umfaßt des weiteren entsprechende Betätigungs elemente 52. Auch die Brems scheibe stützt sich damit über die innere Lageranordnung 17 auf dem statortragenden Element 15, insbesondere dem vierten Bauelement 35 ab.

Aufgrund der konstruktiven Ausführung sind weitere Lageranordnungen 55 und 56 erforderlich, wobei die Lageranordnung 55 die Hohlwelle 27 am statortragenden Element 15, insbesondere dem zweiten Bauelement 33 des statortragenden Bauelementes 15, abstützt, während die Lageranordnung 56 den Steg 26.4, bzw. das mit diesem unmittelbar gekoppelte Bauteil am statortragenden Element 15 abstützt. Das statortragende Bauelement 15 ist in der Regel mit dem Achskörper, welcher zwei einander gegenüberliegende Räder miteinander verbindet, befestigt. Der Leistungsfluß, d. h. die an der elektrischen Antriebsmaschine 2 umgewandelte elektrische Leistung in mechanische Leistung erfolgt vom Rotor 3 der elektrischen Antriebsmaschine 4 über den mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandler 26 auf die Antriebswelle 31 und von da auf die Radnabe 8, welche wiederum mit dem Radkörper 7 und der Felge 6 gekoppelt ist.

Die Verwendung einer elektrischen Antriebsmaschine in Form einer Transversalflußmaschine ermöglicht es, aufgrund von deren hohen Kraftdichten, mit einem einstufigen Planetengetriebe als Drehzahl-/Drehmomentenwandler auszukommen, um die geforderte Steifigkeit und Endgeschwindigkeit zu erreichen. Aufgrund der geringen geforderten Anzahl an Bauelementen zur Erbringung der erforderlichen Leistung, insbesondere des entsprechenden Verhältnisses von Drehzahl und Drehmoment, wird es möglich, sowohl die elektrische Antriebsmaschine 2 als auch den Drehzahl-/Drehmomentenwandler 26 zwischen der Radlagerung, d. h. der inneren Lageranordnung 17 und der äußeren Lageranordnung 16 zur Abstützung des Rades auf der Radachse AR anzuordnen. Zusätzlich wird der erforderliche Platz für den Einsatz einer seriennäßigen Scheibenbremseinrichtung geschaffen. Die Betätigungs elemente der Schei-

benbremseinrichtung 51 sind mit einer derartigen Anordnung frei zugänglich und führen zu keiner Begrenzung der Auslegung der elektrischen Antriebsmaschine 2. Die in der Fig. 2 vorgeschlagene Lösung ermöglicht somit die Bereitstellung und Übertragung hoher Leistungen sowie der Einsatz einer standardmäßigen Bremseinrichtung in kompakter Bauweise.

Vorzugsweise ist die elektrische Antriebsmaschine 2 frei von einer Abdichtung gegenüber der mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung 26, welche in der Regel mit Schmiermittel versorgt wird. Dadurch wird es möglich, das ohnehin zur Schmierung der mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung 26 bzw. der einzelnen Lageranordnungen erforderliche Schmiermittel gleichzeitig zur Kühlung der elektrischen Antriebsmaschine 2 zu nutzen und somit eine einfache Kühlung zu ermöglichen. Die nicht direkt kühlbaren Bereiche des Rotors 3 werden mittels eines aufgrund von Zerstäubung entstehenden Kühlmittel-Luftgemisches gekühlt. Dazu wird eine bestimmte Menge Schmiermittel der Antriebsvorrichtung 1 zugeführt, welche eine Teilbefüllung der elektrischen Antriebsmaschine 2 ermöglicht. Die Teilbefüllung erfolgt dabei derart, daß zumindest im radial äußerem auch als Luftspalt bezeichneten Zwischenraum 62 in Einbaulage zwischen Rotor 3 und Stator 4 betrachtet, unterhalb der Rotorachse A_{rotor} im mathematischen Sinn sich ein Kühlmittelsumpf ausbildet. Im Betrieb der elektrischen Antriebsmaschine, insbesondere der Transversalflußmaschine 2, wird dann das Kühlmittel durch die Rotation des Rotors 3 mitgerissen und aufgrund der dadurch auf das Schmier- bzw. in seiner Funktion als Kühlmittel bezeichnete Fluid wirkenden Kräfte zerstäubt. Es entsteht im wesentlichen in Abhängigkeit von der Drehzahl der Rotorwelle und des Füllungsstandes ein Schmier- bzw. Kühlmittel-Luftgemisch im Luftspalt zwischen Rotor 3 und Stator 4. Dieses übernimmt durch Wärmetransport und Wärmeübergang den Wärmetransport vom Rotor 3 zum beispielsweise wassergekühlten Stator 4. Das Kühlmittel-Luftgemisch übernimmt dabei im wesentlichen nur den Wärmetransport, weshalb keine zusätzlichen Einrichtungen zur Kühlung des Kühlmittels vorgesehen werden müssen und eine einmalige Teilbefüllung mit Kühlmittel, welches im Inneren der elektrischen Antriebsmaschine 2 verbleibt, ausreicht. Vorzugsweise wird daher als Schmier- bzw. Kühlmittel ein Mittel mit geringer Viskosität, d. h. mit einer geringen inneren Reibung infolge von Kraftwirkungen zwischen den Molekülen verwendet. Dies bietet die Möglichkeit der Wärmeabfuhr auch in den kritischen Bereichen, welche mittels konventionellen Kühlanordnungen nur ungenügend gekühlt werden konnten. Gleichzeitig bietet die Verwendung von Schmiermitteln in Form von Öl zusätzlich die Möglichkeit, einen Korrosionsschutz für den Rotor 3 zu schaffen. Im dargestellten Fall wird die Befüllung vorzugsweise derart vorgenommen, daß in Einbaulage wenigstens der Außenstator in einem unterhalb der Rotorachse in Einbaulage Amtor liegenden Bereich wenigstens zum Teil vollständig im Schmiermittel bzw. Kühlmittel liegt. Ein höherer Schmiermittel- bzw. Kühlmittelspiegel ist ebenfalls denkbar. Die Kühlung des Stators 4 kann beispielsweise durch Vorsehen entsprechender Kühlkanäle, hier mit 60 bezeichnet, im Stator bzw. dem statortragenden Element erfolgen. Die Möglichkeit der Rotorkühlung kann als Maßnahme zur zusätzlichen Kühlung in Kombination mit herkömmlichen Kühlmaßnahmen eingesetzt werden. Die Auswahl der geeigneten Kombination der Ölnebelkühlung mit herkömmlichen Kühlanordnungen zur Statorkühlung, insbesondere dem Vorsehen von Kühlkanälen 60 im Stator 4, liegt dabei im Ermessen des Fachmannes und richtet sich nach dem konkreten Einsatzfall. Eine weitere Mög-

DE 197 43 906 A 1

11

lichkeit besteht darin, die Maßnahme der Ölnebelkühlung mit zusätzlichen, bereits bekannten Maßnahmen zur Kühlung des Rotors 3, insbesondere zur lokalen Kühlung von Rotorabschnitten, zu kombinieren. Beispielsweise ist es denkbar, im Stator in der Nähe der Trägerscheibe wenigstens einen Kühlkanal vorzusehen, welcher von einem Kühlfluid durchströmbar ist, wobei der Kühlkanal von der Trägerscheibe nur durch eine Kanalabdeckung minimaler Dicke und dem Zwischenraum zwischen Rotor und Stator abgetrennt ist. Der Kühlkanal kann des weiteren auch im Grundkörper des Stators angeordnet sein. Denkbar ist jedoch theoretisch auch eine Ausführung, bei welcher die Trägerscheibe und die im Bereich der Kühlkanale gegenüberliegenden Bereiche des Stators mit zueinander komplementären Verzahnungen versehen sind, die im wesentlichen parallel zueinander verlaufende Flächen aufweisen und durch einen Luftspalt voneinander getrennt sind. Bezuglich weiter möglicher Maßnahmen wird ergänzend auf die Druckschrift DE 43 35 848 A1 verwiesen, deren Offenbarungsgehalt für mögliche Kombinationen des Einsatzes der Ölnebelkühlung mit bekannten Kühlanordnungen voll umfänglich in diese Anmeldung mit einbezogen werden soll.

Die Ausführungen entsprechend den Fig. 1 und 2 verdeutlichen Möglichkeiten, wobei die Ausführungen entsprechend der Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsvariante darstellt. Diese Möglichkeiten können hinsichtlich der konstruktiven Ausgestaltung und Auslegung jedoch modifiziert werden. Erfundenes wesentlich ist lediglich, daß das statortragende Bauelement, insbesondere somit der Stator der elektrischen Antriebsmaschine selbst als Radachse fungiert bzw. dessen Funktion der Abstützung des Rades dient. Der Rotor und die der elektrischen Maschine in Leistungsübertragungsrichtung nachgeschaltete Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung sind in axialer Richtung betrachtet innerhalb des Bereiches zwischen der inneren Lageranordnung und der äußeren Lageranordnung des Radlagers angeordnet. An diese Einheit kann sich dann ohne Rücksicht auf die Zugänglichkeit eine Bremsvorrichtung, vorzugsweise Scheibenbremseinrichtung in serienmäßiger Ausstattung ohne zusätzliche Modifikationen anschließen. Die konkrete konstruktive Ausgestaltung liegt jedoch im Ermessen des Fachmannes.

Patentansprüche

45

1. Radantriebsvorrichtung

1.1 mit einer elektrischen Antriebsmaschine (2), umfassend wenigstens einen Rotor (3) und einen Stator (4);

1.2 der Rotor (3) steht mit der Radnabe (8) wenigstens mittelbar in Triebverbindung;

1.3 die elektrische Antriebsmaschine (2) ist wenigstens teilweise innerhalb eines Bereiches, welcher durch die axiale Erstreckung der Radfelge (6) beschrieben wird, angeordnet;

55 gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

1.4 ein dem Stator (4) tragendes Bauelement (15)

bildet die Radachse (AR);

1.5 die Radnabe (8) stützt sich über eine Radlagerung, umfassend eine innere Lagereinheit (17) und eine äußere Lagereinheit (16), wenigstens mittelbar auf der Radachse, ab;

1.6 der Rotor (4) ist in axialer Richtung betrachtet zwischen der inneren Lagereinheit (17) und der äußeren Lagereinheit (16) zur Abstützung der Radnabe (8) auf der Radachse (AR) angeordnet;

2. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (4) und das statortra-

12

gende Element (15) von einem Bauteil gebildet werden.

3. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (4) und das statortragende Element (15) von wenigstens zwei Elementen gebildet werden, welche mittels einer kraft- und/oder formschlüssigen und/oder stoffschlüssigen Verbindung im Einbauzustand eine bauliche Einheit bilden.

4. Radantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in Leistungsübertragungsrichtung der elektrischen Antriebsmaschine (2) eine mechanische Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung (26) nachgeschaltet ist, welche wenigstens mittelbar mit der Radnabe (8) koppelbar ist.

5. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung wenigstens einen Planetenrad- satz (30) umfaßt.

6. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplung zwischen dem Planetenradsatz (30) und der Radnabe (8) über eine mit der Radnabe (8) drehfest verbundene Antriebswelle (31), welche mit dem Ausgang des Planetenradsatzes (30) gekoppelt ist, realisiert wird.

7. Radantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

7.1 mit einer Bremseinrichtung in Form einer Scheibenbremseinrichtung (51);

7.2 die Brems scheibe (50) der Scheibenbremseinrich- tung (51) ist drehfest mit der Radnabe (8) kop- pelbar;

7.3 die Brems scheibe (50) stützt sich über die in- nere Lagereinheit (17) auf der Radachse (AR) ab.

8. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibenbremseinrichtung (51) in axialer Richtung betrachtet wenigstens teilweise im Bereich der axialen Erstreckung der Felge (6) angeordnet ist.

9. Radantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Antriebsmaschine (2) als Transversalflüßmaschine ausgeführt ist.

10. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 9, geken- nzeichnet durch die folgenden Merkmale:

10.1 der Rotor (3) umfaßt eine Trägerscheibe (9) und wenigstens eine sich in axialer Richtung von der Trägerscheibe weg erstreckende und an dieser angeordnete Polstruktur (10, 11);

10.2 jede Polstruktur (10, 11) umfaßt zwei neben- einanderliegende, durch eine Zwischenlage (20, 21) aus magnetisch und elektrisch nicht leitendem Material (Zwischenring) getrennte Reihen (22, 23, 24, 25) aus in Umfangsrichtung wechselweise magnetisierten Magneten (22a, 23a, 24a, 25a) mit dazwischenliegenden Weicheiselementen (22b, 23b, 24b, 25b).

11. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerscheibe (9) zwei an beiden Seiten sich in axialer Richtung von der Trägerscheibe (9) weg erstreckende und an dieser angeordnete Polstrukturen (10, 11) umfaßt.

12. Radantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (4) wenigstens einen Außenstator (14a, 14b) umfaßt, welcher in radialer Richtung betrachtet auf einem Durchmesser angeordnet ist, welcher größer als der Durchmesser des Außenumfangs des Rotors (3) ist.

DE 197 43 906 A 1

13

14

13. Radantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (4) einen Innenstator (13b, 14b) umfaßt.
14. Radantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (3) und/oder der Stator (4) oder das statortragende Element (15) in radiale Richtung wenigstens jeweils einen äußeren Zwischenraum (62) bilden; es sind Mittel (60) zur Kopplung der Schmiermittelzufuhr zur mechanischen Drehzahl-/Drehmomentenwandlungseinrichtung (26) mit den Zwischenräumen (62) vorgesehen. 5
15. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Kopplung und wenigstens mittelbaren Befüllung eines Teilbereiches der Zwischenräume (62) zwischen Rotor (3) und Stator (4) oder Rotor (3) und statortragendem Element (15) wenigstens einen, im statortragenden Element (15) vorgesehenen und wenigstens indirekt mit der Schmiermittelversorgungseinrichtung koppelbaren Kanal umfassen. 15
16. Radantriebsvorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale: 20
- 16.1 das statortragende Bauelement (15) bildet für die elektrische Antriebsmaschine (2) ein Gehäuse;
- 16.2 die Mittel zur wenigstens mittelbaren Befüllung der Zwischenräume (62) umfassen einen mit dem Innenraum des Gehäuses verbundenen und verschließbaren an die Schmiermittelvorrichtung wenigstens mittelbar koppelbaren Zuführkanal; 25
- 16.3 der Zuführkanal ist über den Innenraum des Gehäuses mit dem im statortragenden Bauelement vorgesehenen Kanal gekoppelt.
17. Radantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Stator (4) zugeordnete Kühlleinrichtung wenigstens einen mit einem Kühlmedium befüllbaren und im Grundkörper angeordneten Kanal umfaßt. 35

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

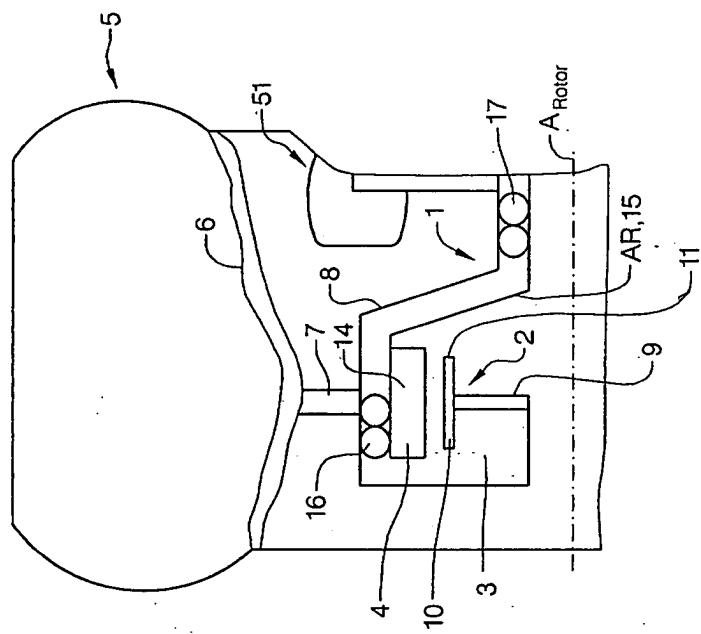
60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
DE 197 43 906 A1
Int. Cl.⁶:
B 60 K 1/00
Offenlegungstag:
8. April 1999

Fig.1



ZEICHNUNGEN SEITE 2

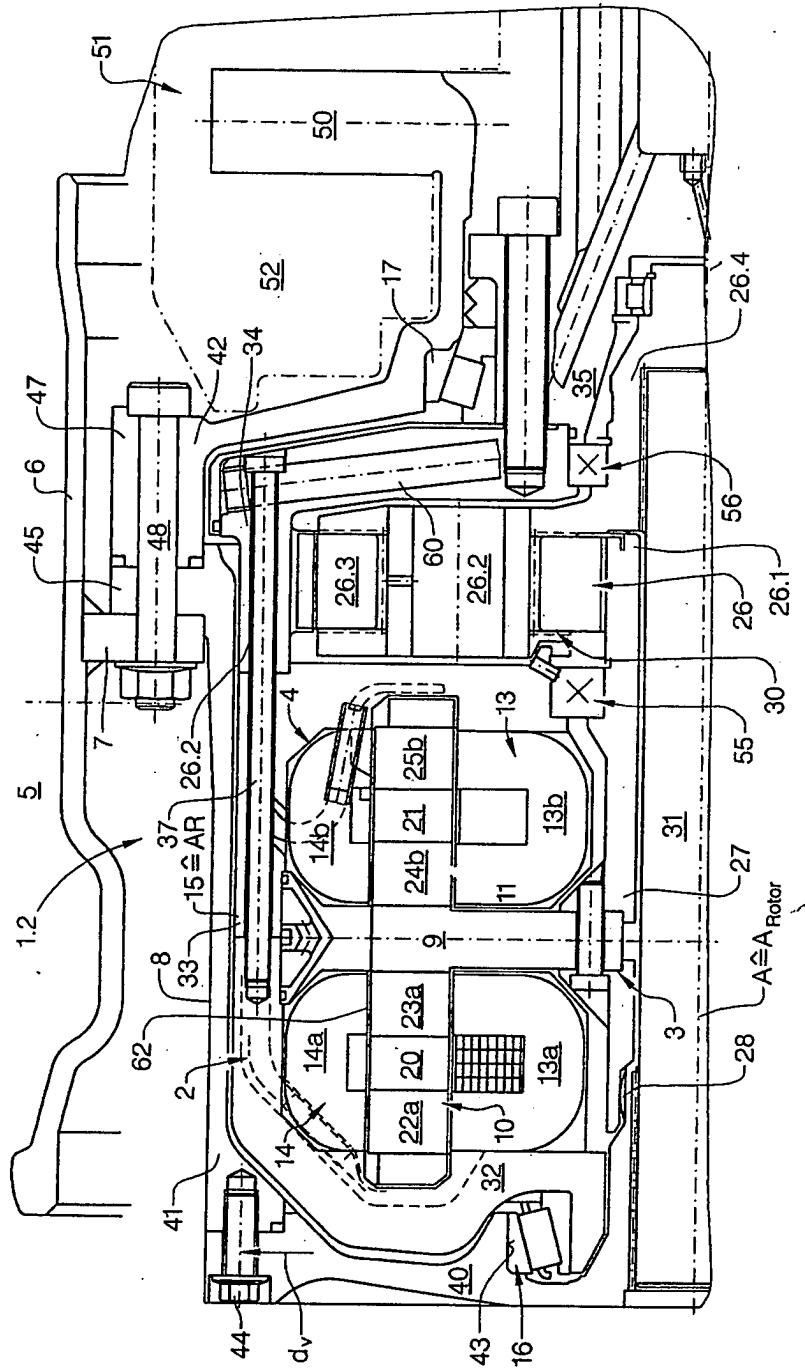
Nummer:

Int. Cl.⁶:

DE 197 43 906 A1

B 60 K 1/00
8. April 1999

Fig. 2



Deutsches Patent- und Markenamt

München, den 15. April 2002

Telefon: (0 89) 21 95 - 2516

Aktenzeichen: 101 09 774.3

Anmelder: s.Adr.

Deutsches Patent- und Markenamt · 80297 München

DEERE & COMPANY
European Office
Patent Department
68140 Mannheim

R E C E I V E D
APR 26 2002
PATENT DEPT.

Ihr Zeichen: 8913 DE LL/Gh 05

Bitte Aktenzeichen und Anmelder bei allen Eingaben und Zahlungen angeben

Zutreffendes ist angekreuzt und/oder aus ausgefüllt**Ergebnis einer Druckschriftenermittlung**

Auf den Antrag des
wirksam am 1. März 2001 gemäß § 43 Patentgesetz § 7 Gebrauchsmustergesetz
sind die auf den beigefügten Anlagen angegebenen öffentlichen Druckschriften ermittelt worden.
Ermittelt wurde in folgenden Patentklassen:

| Klasse/Gruppe | Prüfer | Patentabt. |
|---------------|-----------|------------|
| H02K 21/02 | Hauschild | 42 |

Die Recherche im Deutschen Patent- und Markenamt stützt sich auf die Patentliteratur folgender Länder und Organisationen:

Deutschland (DE,DD), Österreich, Schweiz, Frankreich, Großbritannien, USA, Japan (Abstracts),
UDSSR (Abstracts), Europäisches Patentamt, WIPO.

Recherchiert wurde außerdem in folgenden Datenbanken:

Anlagen:

Anlagen 1, 2 und 3 zur Mitteilung der ermittelten Druckschriften

Patentabteilung 11
Recherchen-Leitstelle**3 Druckschrift(en) bzw. Ablichtung(en)**

Annahmestelle und
Nachtbrieftauben
nur
Zweibrückenstraße 12

Hauptgebäude
Zweibrückenstraße 12
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)
Markenabteilungen:
Cincinnatistraße 64
81534 München

Hausadresse (für Fracht)
Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstraße 12
80331 München

Telefon (089) 2195-0
Telefax (089) 2195-2221
Internet: <http://www.dpma.de>

Bank:
Landeszentralbank München
Kto.Nr.:700 010 54
BLZ:700 000 00



Deutsches Patent- und Markenamt

DATUM: 11.04.2002 SEITE: 1

101 09 774.3

Deutsches Patent- und Markenamt . . 80297 München

Anlage 1

**zur Mitteilung über die ermittelten Druckschriften
gemäß § 43 des Patentgesetzes**

Druckschriften:

| | | | |
|----|---------------|----|--------------|
| DE | 197 43 906 A1 | DE | 42 39 106 A1 |
| US | 45 78 609 A | | |

Zahlungshinweise

1. Die Zahlung der Gebühr bestimmt sich nach der Verordnung über die Zahlung der Kosten des Deutschen Patent- und Markenamts und des Bundespatentgerichts (PatKostZV), die zum 1. Januar 2002 in Kraft getreten ist. Danach können Gebühren wie folgt entrichtet werden:
 - a) durch Barzahlung (bei der Zahlstelle des Deutschen Patent- und Markenamts in München oder bei den Geldannahmestellen in Jena und im Technischen Informationszentrum in Berlin),
 - b) durch Überweisung auf das umseitig angegebene Konto der Zahlstelle des Deutschen Patent- und Markenamts,
 - c) durch (Bar-) Einzahlung mit Zahlschein bei der Postbank oder bei allen Banken und Sparkassen auf das umseitig angegebene Konto der Zahlstelle des Deutschen Patent- und Markenamts,
 - d) durch Übergabe oder Übersendung eines Auftrags zur Abbuchung von einem Konto bei einer Kreditinstitut, das nach einer Bekanntmachung des Deutschen Patent- und Markenamts (vgl. Mitteilung des Präsidenten des DPMA Nrn. 1/90 u. 2/90 - Bl.f.PMZ 1990, S 1 f. - und Nr. 6/92 - Bl.f.PMZ 1992, S. 177) ermächtigt ist, solche Konten zu führen, oder
 - e) durch Übergabe oder Übersendung einer Einzugsermächtigung zu einem Inlandskonto.
2. Bei jeder Zahlung ist das vollständige Aktenzeichen, die genaue Bezeichnung des **Anmelders (Inhabers)** und der **Verwendungszweck in Form des Gebührencodes** in deutlicher Schrift anzugeben. Die amtlichen Gebührencodes ergeben sich aus dem Gebührenverzeichnis des Gesetzes über die Kosten des Deutschen Patent- und Markenamts und des Bundespatentgerichts (PatKostG), das auch als Merkblatt A 9510 vom Deutschen Patent- und Markenamt bezogen werden kann.
Unkorrekte bzw. unvollständige Angaben führen zu Verzögerungen bei der Bearbeitung.
3. Als **Einzahlungstag** gilt gemäß § 2 PatKostZV
 - a) bei Barzahlung der Tag der Einzahlung;
 - b) bei Überweisung der Tag, an dem der Betrag auf dem Konto der Zahlstelle des Deutschen Patent- und Markenamts gutgeschrieben wird;
 - c) bei (Bar-) Einzahlung auf ein Konto der Zahlstelle des Deutschen Patent- und Markenamts der Tag der Einzahlung. Da die Zahlstelle des Deutschen Patent- und Markenamts die Bareinzahlung von der Überweisung nach b) nicht anhand der Buchungsunterlagen zu unterscheiden vermag, sollte der Bareinzahler, wenn er den nach dieser Zahlungsform vorverlagerten Einzahlungstag geltend machen möchte, dem Amt unverzüglich den vom Geldinstitut ausgestellten Einzahlungsbeleg vorlegen;
 - d) bei Übergabe oder Übersendung eines Abbuchungsauftrags der Tag seines Eingangs beim Deutschen Patent- und Markenamt oder beim Bundespatentgericht, sofern die Abbuchung zugunsten der Zahlstelle des Deutschen Patent- und Markenamts erfolgt. Da Abbuchungsaufträge auch per Telefax wirksam übermittelt werden können, ist es mit dieser Zahlungsform möglich, entsprechende Zahlungen - was allerdings nicht uneingeschränkt empfohlen wird - noch bis 24.00 Uhr des letzten Tages der Frist vorzunehmen;
 - e) bei Übergabe oder Übersendung einer Einzugsermächtigung der Tag ihres Eingangs beim Deutschen Patent- und Markenamt oder beim Bundespatentgericht, bei zukünftig fällig werdenden Gebühren der Tag der Fälligkeit der Gebühr, sofern die Einziehung zugunsten der Zahlstelle des Deutschen Patent- und Markenamts erfolgt. Auch bei dieser Zahlungsform ist eine fristwahrende Zahlung per Telefax möglich (vgl. unter d).

Gebrauchsmusterabzweigung

Der Anmelder einer mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland eingereichten Patentanmeldung kann eine Gebrauchsmusteranmeldung, die den gleichen Gegenstand betrifft, einreichen und gleichzeitig den Anmeldetag der früheren Patentanmeldung in Anspruch nehmen. Diese Abzweigung (§ 5 Gebrauchsmustergesetz) ist bis zum Ablauf von 2 Monaten nach dem Ende des Monats möglich, in dem die Patentanmeldung durch rechtskräftige Zurückweisung, freiwillige Rücknahme oder Rücknahmefiktion erledigt, ein Einspruchsverfahren abgeschlossen oder - im Falle der Erteilung des Patents - die Frist für die Beschwerde gegen den Erteilungsbeschluss fruchtlos verstrichen ist. Ausführliche Informationen über die Erfordernisse einer Gebrauchsmusteranmeldung, einschließlich der Abzweigung, enthält das Merkblatt für Gebrauchsmusteranmelder (G 6181), welches kostenlos beim Deutschen Patent- und Markenamt und den Patentinformationszentren erhältlich ist.

Deutsches Patent- und Markenamt
80297 München

Für den Anmelder / Antragsteller

Anlage 2

zur Mitteilung der ermittelten Druckschriften

Aktenzeichen
101 09 774.3

Erläuterungen zu den ermittelten Druckschriften:

| 1 Kate- gorie | 2 Ermittelte Druckschriften/Erläuterungen | 3 Betrifft Anspruch |
|---------------------|--|---------------------------|
| Y DE | 197 43 906 A1 | 1-3,5,6,12-14 |
| Y DE | 42 39 106 A1 | 2,4 |
| Y US | 45 78 609 A | 1,4,7 |